



#11
DAC

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

RECEIVED

APR 25 2002

OFFICE OF PETITIONS

In re the Application of

RECEIVED

Hideki KOMATSUDA et al.

APR 30 2002

Group Art Unit: 2882

Application No.: 09/396,582

Office of Patent Publication
Director's Office

Examiner: C. Church

Filed: September 15, 1999

Docket No.: 105203

For: EXPOSURE APPARATUS AND EXPOSURE METHOD USING SAME

PETITION UNDER 37 C.F.R. §1.181(a)
REQUESTING WITHDRAWAL OF HOLDING OF ABANDONMENT

Director of the U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicants received a Notice of Abandonment dated April 11, 2002, for the above-identified application. The Notice of Abandonment indicates that this application was abandoned because the Issue Fee (which was due December 25, 2001) was not received. Applicants respectfully submit that the Notice of Abandonment was erroneously issued by the Patent Office, and request that the Notice of Abandonment be withdrawn.

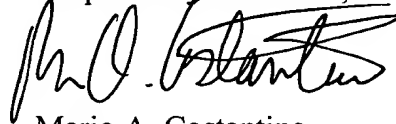
Rather than paying the Issue Fee, Applicants filed a Request for Continued Examination (RCE) and an Information Disclosure Statement, including a PTO-1449, foreign search report and one reference, on December 17, 2001 (i.e., before the December 25 Issue Fee due date). Copies of the RCE, Information Disclosure Statement (along with its enclosures) and the PTO-date-stamped receipt evidencing receipt of these documents by the Patent Office on December 17, 2001, are attached hereto.

Accordingly, Applicants request that the Notice of Abandonment be withdrawn, the RCE and IDS be entered, and that the information provided in the Information Disclosure Statement be considered by the Examiner.

Although it is believed that no fees are necessary for this Petition (see, for example, MPEP 711.03(c)I), the Director is hereby authorized to charge Deposit Account No. 15-0461 for any fees deemed necessary.

The appropriate Patent Office official is invited to contact Applicants' undersigned attorney at the telephone number listed below if there are any questions, or if anything further is desired by the Patent Office in order to grant this Petition.

Respectfully submitted,



Mario A. Costantino
Registration No. 33,565

MAC/ccs

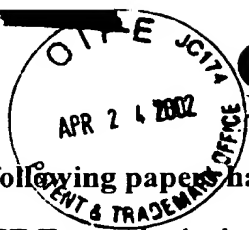
Attachments:

PTO-date-stamped receipt
December 17, 2001 Request for Continued Examination
December 17, 2001 Information Disclosure Statement with attachments

Date: April 24, 2002

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

<p>DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>
--



PTO RECEIPT FOR FILING OF PAPERS

The following papers have been filed:

RCE Transmittal, check no. 126045 (\$740); IDS, PTO-1449 w/European search report,
1 reference and abstract

Name of Applicant: Hideki KOMATSUDA et al.

Serial No.: 09/396,582

Atty. File No.: 105203

Title (New Cases):

Sender's Initials: JAO:MAC/ccs

145/37

RECEIVED
APR 25 2002
OFFICE OF PETITIONS

PATENT OFFICE DATE STAMP



15

**COPY TO BE STAMPED BY PATENT OFFICE
AND RETURNED BY MESSENGER**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Hideki KOMATSUDA et al.

Application No.: 09/396,582

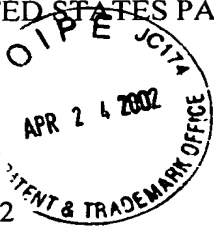
Filed: September 15, 1999

For: EXPOSURE APPARATUS AND EXPOSURE METHOD USING SAME

Group Art Unit: 2882

Examiner: C. Church

Docket No.: 105203



RECEIVED

APR 25 2002

**LARGE ENTITY REQUEST FOR
CONTINUED EXAMINATION UNDER 37 C.F.R. §1.114**

OFFICE OF PETITIONS

Director of the U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicants hereby request continued examination and entry and consideration of the attached submission under 37 C.F.R. §1.114. The above-identified application was filed on or after June 8, 1995. Thus, entry is proper under 37 C.F.R. §1.114(d).

Attached hereto is our check no. 126045 in the amount of ☒ \$740.00 as payment of the fees set forth in 37 C.F.R. §1.17(e). The Director is hereby authorized to charge any additional fees or credit any overpayment associated with this communication to Deposit Account No. 15-0461. Two duplicate copies of this page are enclosed.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "James A. Oliff".

James A. Oliff
Registration No. 27,075

Mario A. Costantino
Registration No. 33,565

JAO:MAC/ccs

Date: December 17, 2001

OLIFF & BERRIDGE, P.L.C.
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

<p>DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>



PATENT APPLICATION

In re the Application of

Hideki KOMATSUDA et al.

Group Art Unit: 2882

Application No.: 09/396,582

Examiner: C. Church

Filed: September 15, 1999

Docket No.: 105203

For: EXPOSURE APPARATUS AND EXPOSURE METHOD USING SAME

RECEIVED
APR 25 2002

OFFICE OF PETITIONS

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Director of the U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

Pursuant to 37 CFR §1.56, the attention of the Patent and Trademark Office is hereby directed to the reference(s) listed on the attached PTO-1449. Unless otherwise indicated herein, one copy of each reference is attached. It is respectfully requested that the information be expressly considered during the prosecution of this application, and that the reference(s) be made of record therein and appear among the "References Cited" on any patent to issue therefrom.

- ☒ 1. This Information Disclosure Statement is being filed with a Request for Continued Examination. No certification or fee is required.
- ☒ 2. The references were cited in a counterpart foreign application. An English language version of the foreign search report is attached for the Examiner's information.
- ☒ 3. English-language Abstracts of the non-English language references are attached hereto.

Respectfully submitted,

James A. Oliff
Registration No. 27,075

Mario A. Costantino
Registration No. 33,565

JAO:MAC/ccs

Date: December 17, 2001

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

**DEPOSIT ACCOUNT USE
AUTHORIZATION**
Please grant any extension
necessary for entry;
Charge any fee due to our
Deposit Account No. 15-0461

European Patent
Office

EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number
EP 99 11 8200

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 304 (E-646), 18 August 1988 (1988-08-18) - & JP 63 072116 A (HITACHI LTD), 1 April 1988 (1988-04-01) * the whole document *	13, 24	603F7/20
Y	-----	1, 10, 21	
Y	US 5 222 112 A (FUKUDA HIROSHI ET AL) 22 June 1993 (1993-06-22) * column 6, line 32 - column 7, line 37 * * figures 1, 5, 6 *	1, 10, 21	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 05, 31 May 1996 (1996-05-31) - & JP 08 015499 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 19 January 1996 (1996-01-19) * the whole document *	1, 13, 21, 24	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 078 (P-1689), 8 February 1994 (1994-02-08) - & JP 05 288696 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD), 2 November 1993 (1993-11-02) * abstract *	4, 16, 26-31	TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.7) 603F 621K
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search THE HAGUE		Date of completion of the search 27 July 2001	Examiner Heryet, C
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document		T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons Δ : member of the same patent family, corresponding document	

EPO FORM 1603 (03.92) (p.03/11)

**ANNEX TO THE EUROPEAN SEARCH REPORT
ON EUROPEAN PATENT APPLICATION NO.**

EP 99 11 8200

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned European search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

27-07-2001

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
JP 63072116	A	01-04-1988	NONE		
US 5222112	A	22-06-1993	JP	3055232 B	26-06-2000
			JP	5055107 A	05-03-1993
			JP	5082418 A	02-04-1993
			JP	3060540 B	10-07-2000
			JP	4225215 A	14-08-1992
			KR	243965 B	02-03-2000
JP 08015499	A	19-01-1996	NONE		
JP 05288696	A	02-11-1993	NONE		

EPO FORM P459

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-288696

(43)Date of publication of application : 02.11.1993

(51)Int.Cl.

G01N 23/227

(21)Application number : 04-084099

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 06.04.1992

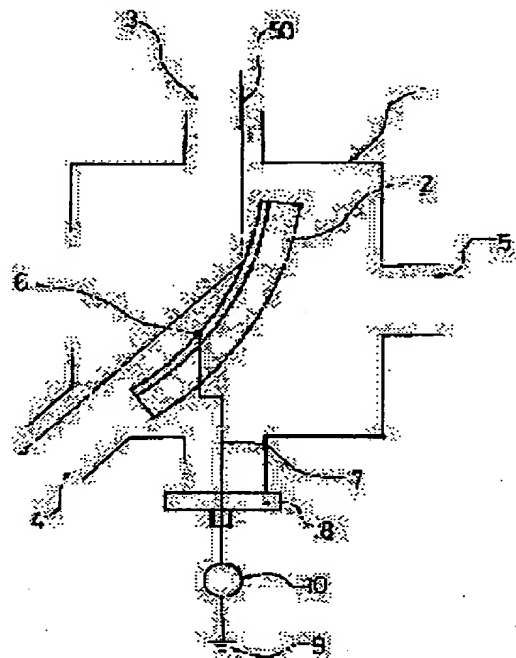
(72)Inventor : KANIE TOMOHIKO

(54) MONITORING METHOD FOR MIRROR FOR SYNCHROTRON RADIATION BEAM

(57)Abstract:

PURPOSE: To monitor a mirror for a synchrotron radiation beam by applying a synchrotron radiation beam to a mirror face and measuring a quantity of photoelectrons emitted from the mirror face.

CONSTITUTION: A mirror vessel 1 is normally connected to a reaction vessel in the case of CVD and an exposure chamber in the case of lithography through a light outgoing window 4. In the case of CVD and lithography a gas within the mirror vessel 1 is evacuated by the use of a vacuum pump and the like. Before CVD and lithography are performed in the mirror vessel 1, a synchrotron radiation beam 50 is irradiated on the mirror face of a mirror 2 in a previous condition where the mirror 2 becomes dirty and an electric current value allowed to flow on the mirror face of the mirror 2 is measured by the use of an ammeter 10. Thereafter, CVD and lithography are started and the electric current value allowed to flow on the mirror face of the mirror 2 is measured by the use of the ammeter 10 in elapse. Thereby the dirt of the mirror 2 can be monitored.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-288696

(43)公開日 平成5年(1993)11月2日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 1 N 23/227

識別記号

庁内整理番号

7172-2J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-84099

(22)出願日 平成4年(1992)4月6日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 蟹江 智彦

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電

気工業株式会社大阪製作所内

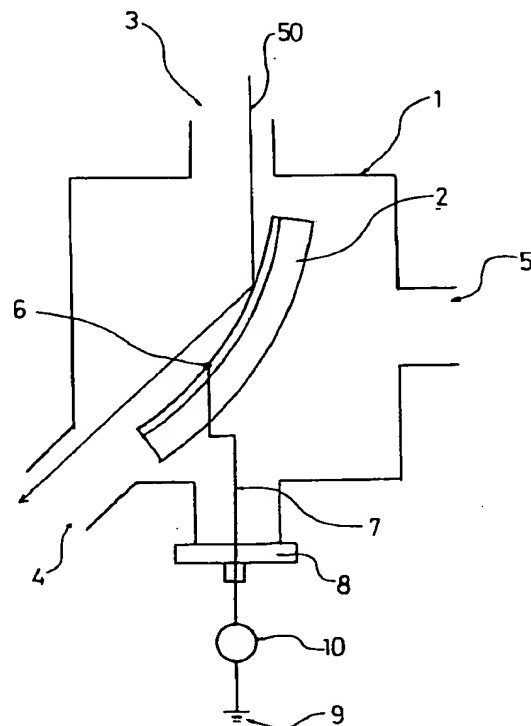
(74)代理人 弁理士 深見 久郎 (外3名)

(54)【発明の名称】 シンクロトン放射光用鏡のモニタ方法

(57)【要約】

【目的】 シンクロトン放射光を用いるCVDやリソグラフィ等において用いられるシンクロトン放射光用鏡のモニタ方法を提供する。

【構成】 シンクロトン放射光用鏡について、その鏡面の汚れをモニタするための方法であって、鏡面にシンクロトン放射光50を照射して、鏡面から放射される光電子の量を測定することによって、鏡面の汚れをモニタする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シンクロトン放射光用鏡について、その鏡面の汚れをモニタするための方法であって、前記鏡面にシンクロトン放射光を照射して、前記鏡面から放射される光電子の量を測定することを特徴とする、シンクロトン放射光用鏡のモニタ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、シンクロトン放射光を用いるCVDやリソグラフィ等において用いられるシンクロトン放射光用の鏡のモニタ方法に関し、特に、その鏡面の汚れをモニタするための方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 シンクロトン放射光を用いるCVDやリソグラフィ等においては、シンクロトン放射光用鏡（以下、この明細書において示される「鏡」は、シンクロトン放射光用鏡を意味する）が用いられている。

【0003】 たとえば、CVDにおいては、シンクロトン放射光を集光し、光密度を高め、原料ガスの光励起を促進し、目的とする薄膜を十分速い速度で得ることを目的として、鏡が使用されている。

【0004】 また、リソグラフィにおいては、シンクロトン放射光を大面積に均一に照射することを目的として、鏡が使用されている。

【0005】 このような鏡は、通常、真空チャンバ等の真空状態にすることのできる容器内に収容し、容器内を真空または減圧にした状態にして使用されている。すなわち、空気等のガスが存在すると、シンクロトン放射光が空気等のガスにより光の回折を起こしたり、散乱エックス線が発生したり、また、空気等のガス中の分子が光励起し、鏡面上で光化学反応を起こし、鏡面に付着したりするからである。

【0006】 しかしながら、このような容器内に鏡を収容し、容器内を真空または減圧にした状態として使用した場合であっても、鏡にシンクロトン放射光を長時間照射すると、容器内の残留空気中のCOやCO₂等の炭素化合物が、シンクロトン放射光により光励起し、解離、分解し、鏡面上に炭素や炭素化合物等の汚れを形成したりする。

【0007】 また、CVDの場合は、CVD装置の形態にもよるが、ダイヤモンド薄膜の形成や、MOCVD等では、原料ガスとして、多量のメタンガス（CH₄）や、炭素を含む有機金属等を用いるため、このような原料ガスが鏡の近傍へ到達し、シンクロトン放射光により光励起し、解離、分解し、鏡面上に炭素や炭素化合物等の汚れを形成したりする。

【0008】 鏡面上に炭素や炭素化合物等の汚れが形成されると、シンクロトン放射光の反射率が低下したり、散乱エックス線等が増大する。また、シンクロトン放射光の短波長の光子束は、炭素や炭素化合物等の汚

れに吸収されやすい。

【0009】 このように、シンクロトン放射光の反射率が低下したり、特定の波長の光が鏡面上の炭素や炭素化合物等の汚れに吸収されてしまうと、たとえば、CVDの場合においては、薄膜の形成速度が低下したり、光化学反応に必要な波長のシンクロトン放射光の光子束が失われるため、目的とする光化学反応が生じず、目的とする組成の薄膜を得るのが困難になるという問題を生じる。

【0010】 また、たとえば、リソグラフィの場合は、短波長のシンクロトン放射光の光子束が失われるため、リソグラフィの解像度が低下するという問題を生じる。

【0011】 このため、従来の鏡のモニタ方法としては、鏡を容器内から取出し、直接肉眼にて鏡面の汚れを観察するということが行なわれていた。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の鏡のモニタ方法では、鏡を容器内から外へ取出す必要があった。従来の鏡のモニタ方法では、真空または減圧状態にしていた容器内に、空気等のガスを流入し、容器内を常圧に戻した後、鏡を外に取出す必要があった。このため、容器の内壁へ空気等のガスが付着する。また、鏡をモニタする際にも鏡に空気等のガスが付着する。

【0013】 したがって、鏡をモニタした後、再度、鏡を容器内に収容した後、CVDやリソグラフィに鏡を使用する前に、容器を焼き出しする必要があった。

【0014】 また、容器内を真空または減圧すると、容器の内壁や、鏡に付着していたガスが容器内に放出されるため、一度、鏡をモニタすると、容器の焼き出し作業と容器内を真空または減圧にする作業を何度も繰り返して行なう必要があった。

【0015】 このため、従来の鏡のモニタ方法では、一度、鏡をモニタすると、その後の作業効率が著しく低下するという問題があった。

【0016】 この発明は、上述した問題を解決するために創案されたものであり、シンクロトン放射光を用いるCVDやリソグラフィ等に用いる鏡の鏡面の汚れをより簡便にモニタし、かつ、鏡をモニタする際において、鏡や容器に空気等のガスが付着することのない、シンクロトン放射光用鏡のモニタ方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】 この発明に従うシンクロトン放射光用鏡のモニタ方法は、シンクロトン放射光用鏡について、その鏡面の汚れをモニタする方法であって、鏡面にシンクロトン放射光を照射して、鏡面から放射される光電子の量を測定することを特徴とする。

【0018】 シンクロトン放射光用鏡としては、以下に示す種々のものが用いられている。

【0019】たとえば、そのような鏡として、 SiO_2 基板等に白金 (Pt) や金 (Au) 等を蒸着した鏡や、熔融石英、無酸素銅、表面をカニゲンと称する特殊なニッケル膜で覆ったアルミニウム、炭化ケイ素等の種々の材料を用いたものがある。

【0020】この発明に従うシンクロトン放射光用鏡のモニタ方法は、このような種々の材料からなるいずれの鏡についても適用することができる。

【0021】この発明に用いるシンクロトン放射光は、磁場中で円運動または螺旋運動する電子がその求心加速度により電磁波を放射するいわゆるシンクロトン放射の機構に従い、電子加速器を利用して発生させられる真空紫外からエックス線にわたる広い波長範囲を有する光子束である。

【0022】この発明に用いるシンクロトン放射光は、CVDやリソグラフィのために用いるシンクロトン放射光をそのまま使用してもよく、また、CVDやリソグラフィ用のシンクロトン放射光とは別に、鏡をモニタするためのシンクロトン放射光を用いてもよい。

【0023】この発明において、鏡面から放射される光電子の量を測定する方法としては、種々の方法を用いることができる。たとえば、真空にすることのできる容器内に光電子を放射する鏡面 (光電陰極) に対し、陽極を設けることにより、光電子による電流を測定することができる。そのような方法としては、たとえば、光電子分光方法を用いることができる。どのような構成の光電子分光装置を用いるかは、用いるCVD装置やリソグラフィ装置のミラー層の形態や、鏡面上の汚れをどのような精度で、定量的または定性的にモニタするか等に応じて選択すればよい。

【0024】このような光電子分光方法は、通常は、固体の表面の元素分析や固体表面の原子結合状態を分析し、試料自体の物質の構造回折や評価に用いるものである。

【0025】これに対し、この発明に従うシンクロトン放射光用鏡のモニタ方法では、鏡面が汚れる前の状態において、鏡面にシンクロトン放射光を照射して、鏡面から放射される光電子の量と、鏡面が汚れた後の状態において、鏡面にシンクロトン放射光を照射して、鏡面から放射される光電子の量との比較を行なうことによって、鏡面の汚れをモニタする方法を提供することを目的としている。

【0026】鏡面を構成する物質の原子は、通常は、白金 (Pt) や金 (Au) 等の金属である。これに対し、鏡面の汚れを構成する物質は、通常は、炭素 (C) や炭素化合物である。

【0027】このように鏡面を構成する物質と、鏡面の汚れを構成する物質とは相異なっている。

【0028】このため、鏡面にシンクロトン放射光を照射した場合、鏡面を構成する物質から放射される光電

子のエネルギーと、鏡面の汚れを構成する物質から放射される光電子のエネルギーは異なっている。このような光電子のエネルギーの差は、スペクトルチャートの差となって現われるため、この発明に従えば、鏡面の汚れを定性的および定量的にモニタすることができる。

【0029】また、シンクロトン放射光を照射することにより鏡面から放射される光電子の量は、たとえば、鏡面を流れる電流値を測定することによっても、直接的に測定することができる。

【0030】この場合、鏡面が汚れる前の状態において、鏡面にシンクロトン放射光を照射して、鏡面を流れる電流値と、鏡面が汚れた後の状態において、鏡面にシンクロトン放射光を照射して、鏡面を流れる電流値とを測定し、その電流値を比較することにより、鏡面の汚れを定性的および定量的にモニタすることができる。

【0031】また、このような電流値を測定する方法としては、種々の方法があるが、たとえば、鏡面が白金 (Pt) や金 (Au) 等の金属で形成されている場合は、鏡面上に電極を設け、電極をアースし、電極とアース部との間に設けられた導線の一部に電流計等を設けることにより、直接的に測定することができる。

【0032】また、この発明に従うシンクロトン放射光用鏡のモニタ方法において、シンクロトン放射光として、CVDやリソグラフィのために用いるシンクロトン放射光をそのまま使用した場合は、CVDやリソグラフィを行なっている際の鏡の汚れを経時的にモニタすることができる。

【0033】

【作用】物質に光を照射すると、物質を構成する原子が光子を吸収し、価電子および軌道電子を放出する。このような電子は、物質の表面から光電子として放射される。放射される光電子が、たとえば、同じK殻の電子であっても、物質の種類によって放射される光電子のエネルギーは異なる。

【0034】L殻、N殻等の電子が光電子として放射される場合も同様である。したがって、鏡面にシンクロトン放射光を照射して、鏡面から放射される光電子のエネルギーは、鏡面を構成する白金 (Pt) や金 (Au) 等の原子により、定まった値となる。

【0035】また、鏡面の汚れは、炭素や炭素化合物等であり、このような汚れにシンクロトン放射光を照射して、鏡面の汚れから放射される光電子のエネルギーは、鏡面の汚れを構成する炭素や炭素化合物等により定まった値となる。

【0036】この光電子のエネルギーの差は、スペクトルチャートの差となって現われ、定性的および定量的に分析することができる。

【0037】また、特定の物質について、入射光の振動数 ν が一定の限界振動数 ν_0 以上 (したがって、波長 λ が、限界波長 λ_0 以上) の場合だけに光電子放射が起こ

る。 ν_0 、 λ_0 の値は、物質の種類によって決まり、入射光の強度にはよらない。

$$h\nu_0 = ch/\lambda_0 = e\phi$$

たとえば、振動数 ν_0 の光子を含むシンクロトロン放射光を鏡面に照射した場合、この鏡面上に炭素や炭素化合物の汚れが付着していると、これらの汚れがシンクロトロン放射光の光子の中、振動数 ν_0 以上の光子束を吸収してしまい、部分的に振動数 ν_0 以下の光子束が鏡面を構成する物質に到達する。このような場合は、鏡面を構成する物質は、光電子を放出しない。一方、振動数 ν_0 以上のシンクロトロン放射光を鏡面に照射した場合は、その光の強度が強いほど、鏡面を構成する物質から放射される光電子の量は、増加する。

【0039】すなわち、鏡面が汚れ、鏡面上に炭素や炭素化合物等の汚れが付着すると、これらの汚れは、光を吸収しやすい性質を有するため、鏡面を構成する物質に到達するシンクロトロン放射光の光子量が減少する。このため、鏡面にシンクロトロン放射光を照射した場合、鏡面を構成する物質から放射される光電子の量は、鏡面が汚れるに伴って、減少する。

【0040】したがって、この発明に従って、鏡面が汚れる前の状態において、鏡面にシンクロトロン放射光を照射して、鏡面から放射される光電子の量と、鏡面が汚れた後の状態において、鏡面にシンクロトロン放射光を照射して、鏡面から放射される光電子の量とを比較すれば、鏡面の汚れを定性的および定量的にモニタすることができる。

【0041】また、シンクロトロン放射光は、直進性に優れているため、鏡面にシンクロトロン放射光を照射すると、シンクロトロン放射光は、鏡で反射され、光導出窓を介して、CVDの場合は、反応槽内へ照射される。

【0042】また、リソグラフィの場合も同様に、シンクロトロン放射光は、露光用チャンバ内へ照射される。

【0043】これに対し、光電子は、負の電荷を持っているので、真空にすることができる容器内に、陽極を置くことにより、光電子による電流を測定することができる。したがって、この発明に従うシンクロトロン放射光用鏡のモニタ方法を用いれば、CVDやリソグラフィの作業を中止することなく鏡のモニタをすることができる。

【0044】また、このような光電子の量は、鏡面上に電極を設け、電極をアースし、電極とアース部との間に設けられた導線の一部に電流計を設けることによっても測定できる。シンクロトロン放射光を未照射の状態では、鏡面上の電極をアースしても、電極とアース間には電流は流れない。すなわち、鏡面上の白金(Pt)や金(Au)等の金属等は、自由電子が飽和した状態となっているからである。

【0045】この状態において、鏡面にシンクロトロン放射光を照射すると、白金(Pt)、または、金(A

*

【0038】物質の光学的仕事関数を ϕ とすると、式1の関係が成立する。

…(1)

u)の原子が、光子を吸収し、価電子および軌道電子を放出する。白金(Pt)、または、金(Au)の原子が価電子および軌道電子を放出すると、白金(Pt)または金(Au)の原子の軌道上に正孔を生じる。このようにして形成された正孔に対し、正孔の近傍の自由電子が補完される。このようにして、金属の原子の軌道上に自由電子が補完されると、鏡面上の自由電子が不足した状態となるため、アース部から鏡面の電極方向に電子が補完される。このような電子の動きは、電極とアース部との間に設けられた導線の一部に電流計等を設けることにより、直接的に測定することができる。

【0046】このようにして測定される電流値は、鏡面から放射される光電子の量に対応する。

【0047】したがって、鏡面が汚れ、鏡面上に炭素や炭素化合物等の汚れが付着すると、これらは、光を吸収しやすい性質を有するため、鏡面に到達するシンクロトロン放射光の光子量が減少する。このため、鏡面にシンクロトロン放射光を照射した場合、鏡面から放射される光電子の量は、鏡面が汚れるに伴って小さい値となる。このように鏡面から放射される光電子の量が小さい値となるに従って、鏡面上の電極とアース間を流れる電流値も小さい値となる。

【0048】したがって、鏡面が汚れる前の状態において、鏡面にシンクロトロン放射光を照射して、鏡面を流れる電流値と、鏡面が汚れた後の状態において、鏡面にシンクロトロン放射光を照射して、鏡面を流れる電流値とを測定し、その電流値を比較することにより、鏡面の汚れを定性的および定量的にモニタすることができる。

【0049】

【実施例】図1を参照しながら、この発明の一具体例を以下に説明する。

【0050】図1を参照して、この装置は、ミラー槽1を示しており、ミラー槽1はその内部を真空状態にすることができるようになっている。ミラー槽1内には、鏡2が収容されている。ミラー槽1の側壁には、光導入窓3と光導出窓4とが設けられている。光導入窓3と光導出窓4とは、シンクロトロン放射光50のみが透過することができる閉じられた窓であっても、また、シンクロトロン放射光50の透過と、ミラー槽1内のガスの移動が可能な開放された窓であってもよい。光導入窓3と光導出窓4が開放された窓である場合には、それぞれの窓にミラー槽1内のガスの分離が可能なバルブ(図示せず)等が設けられており、バルブ操作により、窓を閉じ、ミラー槽1内のガスを分離することができるようになっている。

【0051】また、ミラー槽1の側壁には、排気口5が設けられており、真空ポンプ(図示せず)等によりミラ

一槽1内を真空状態にすることができるようになっている。

【0052】また、鏡2の鏡面上には、電極6が接合されている。電極6には、導線7が接続され、ミラー槽1の側壁に設けられた電流導入端子8を介して、アース部9でアースされている。電流導入端子8とアース部9との間における導線7には、電流計10が設けられている。このミラー槽1は、通常は、光導出窓4を介して、CVDの場合は、反応槽（図示せず）や、また、リングラフィの場合は、露光チャンバに連結されている。

【0053】CVDやリングラフィの場合、ミラー槽1内のガスは、真空ポンプ（図示せず）等により排気される。

【0054】このようなミラー槽1において、CVDやリングラフィを行なう前に、鏡2が汚れる前の状態において、鏡2の鏡面にシンクロトロン放射光を照射し、鏡2の鏡面を流れる電流値を電流計10により測定する。

【0055】その後、CVDやリングラフィを開始し、鏡2の鏡面を流れる電流値を電流計10により経時的に測定することにより、シンクロトロン放射光用鏡の汚れをモニタすることができる。

【0056】また、以上のように構成されるミラー槽をCVD装置に連結して用いる状態を図2に示す。

【0057】図2を参照して、このCVD装置11においては、CVDを行なうための反応槽12は、導管13を介してミラー槽14と連結される。導管13には、ミラー槽14内のガスと反応槽12内のガスとを分離するためのバルブ15とバルブ16とが設けられている。また、導管13のバルブ15とバルブ16との間には、イオンポンプ、ターボ分子ポンプ等を複数個組合わせた、差動排気用ポンプ（図示せず）が設けられており、反応槽12内から漏れ出した原料ガスを、差動排気用ポンプ用の排気口17を介して、CVD装置11真空外へ排出できるようになっている。この場合、鏡18として、SiO₂基板上に白金（Pt）が被覆されたトロイダルミラーが用いられる。トロイダルミラーの鏡面を構成する白金（Pt）被覆上には、電極19が設けられている。電極19には、導線20が接続されており、導線20は、電流導入端子21を介し、アース部22でアースされている。電流導入端子21とアース部22との間における導線20には、電流計23が設けられている。また、ミラー槽14には、光導入窓として差動排気ダクト24と排気口25とが設けられている。

【0058】また、反応槽12には、薄膜を形成する基板26が収められている。また、反応槽12には、原料供給用ノズル27と水素供給用ノズル28と排気口29とが設けられている。このようなCVD装置11において、電子蓄積リング30により発生させたシンクロトロン放射光31は、差動排気ダクト24よりミラー槽14内に入射し、鏡18で反射され、反応槽12内で集光で

きるようになっている。

【0059】このCVD装置11を用いて、シンクロトロン放射光を用いたCVDにおいては、たとえば、基板26として、シリコンウェハを使用し、原料ガスとして、メタンガス（CH₄）および水素（H₂）を用いて、ダイヤモンドの薄膜を形成することができる。ダイヤモンド薄膜の形成においては、まず、反応槽12内に基板26を設置し、バルブ15とバルブ16とを開いた状態にして、真空ポンプ（図示せず）や差動排気用ポンプ（図示せず）等により、CVD装置11内のガスを排気する。このような排気は、ダイヤモンド薄膜を形成する間、常時行なわれる。

【0060】排気の後、原料供給用ノズル27から原料ガスとして、メタンガス（CH₄）を基板26の上方へ供給し、また、水素供給用ノズル28から、水素ガス（H₂）を基板26の上方へ供給し、CVD装置11内の圧力を10⁻¹Torrに維持する。基板26の基板温度は、たとえば、800℃とし、また、反応槽12の気相温度は、たとえば、2000℃に維持する。次に、シンクロトロン放射装置（電総研TERAS）を使用して、蓄積ビームの電流値100mA・時間、波長100nmのシンクロトロン放射光を、原料ガスに照射しながら、原料ガスを光励起、解離、分解して、基板26上にダイヤモンド薄膜を堆積させていく。

【0061】このような工程に際して、CVDを開始する前から、蓄積ビームの電流値100mA・時間、波長100nmのシンクロトロン放射光を照射し、鏡18の鏡面を流れる電流値を測定した後、CVDを行ないながら、同様に、鏡18鏡面を流れる電流値を経時的に測定していく。

【0062】このような電流値の推移は、たとえば、鏡面が汚れるに従って電流値が減少するので、CVDによるダイヤモンド薄膜を形成する際において、この発明に従って、シンクロトロン放射光用鏡の鏡面の汚れをモニタすることができる。

【0063】なお、本実施例は、単に説明するために用いたものであり、この発明に従うシンクロトロン放射光用鏡のモニタ方法を、鏡面を流れる電流値によってモニタする方法に限定するものではない。たとえば、ミラー層14内に陽極を設けた光電子分光法等によっても、この発明に従って、光電子の量を測定することができ、その結果、シンクロトロン放射光用鏡のモニタを行なうことができる。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、この発明に従うシンクロトロン放射光用鏡のモニタ方法を用いれば、シンクロトロン放射光を用いるCVDやリングラフィ等を用いる鏡の表面に付着した炭素や炭素化合物等の汚れをより簡便にモニタすることができる。

【0065】また、この発明に従えば、鏡のモニタ時に

において、容器内を真空状態に保ったままの状態、鏡をモニタすることができるので、鏡の表面や、容器の内壁に空気等のガスが付着しない。このため、この発明に従えば、鏡をモニタしても、鏡のモニタ後において、容器の焼き出し作業と容器内を真空または減圧にする作業を繰り返す必要がない。したがって、この発明に従えば、鏡をモニタしても、その後の作業効率が低下しない。

【0066】また、この発明に従って、CVDやリソグラフィに用いるシンクロトン放射光を用いた場合は、CVDやリソグラフィの作業と並行して鏡のモニタが行なえる。したがって、この発明に従えば、鏡をモニタする際においても、CVDやリソグラフィの作業効率が低下しない。

【図面の簡単な説明】

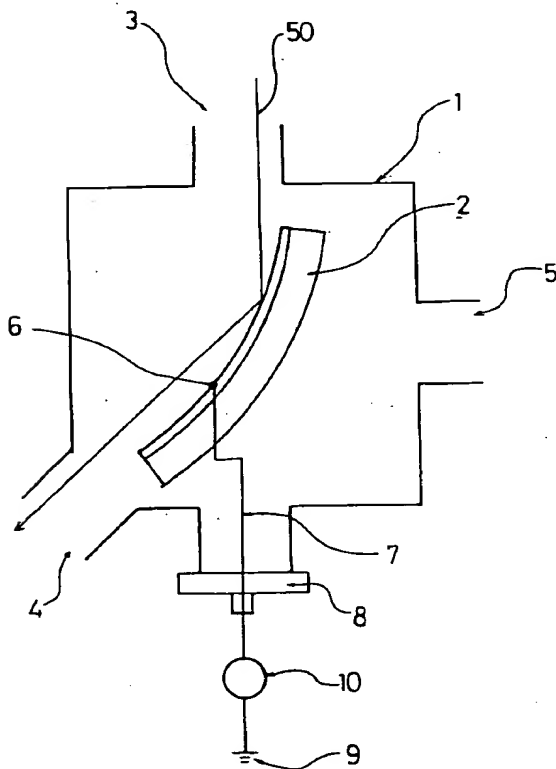
【図1】この発明に従うシンクロトン放射光用鏡のモニタ方法を説明するための一具体例の装置を概略的に示す構成図である。

【図2】この発明に従うシンクロトン放射光用鏡のモニタ方法を説明するための一具体例のCVD装置を概略的に示す構成図である。

【符号の説明】

- 1、14 ミラー槽
- 2、18 シンクロトン放射光用鏡
- 3 光導入窓
- 4 光導出窓
- 5、25、29 排気口
- 6、19 電極
- 7、20 導線
- 8、21 電流導入端子
- 9、22 アース部
- 10、23 電流計
- 11 CVD装置
- 12 反応槽
- 13 導管
- 15、16 バルブ
- 17 差動排気用ポンプ用の排気口
- 24 差動排気ダクト
- 26 基板
- 27 原料供給用ノズル
- 28 水素供給用ノズル
- 30 電子蓄積リング
- 31、50 シンクロトン放射光

【図1】



【図2】

